

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-270469

(43)Date of publication of application : 29.09.2000

(51)Int.Cl.

H02H 9/02  
G05F 1/56

(21)Application number : 11-075307

(71)Applicant : NEW JAPAN RADIO CO LTD

(22)Date of filing : 19.03.1999

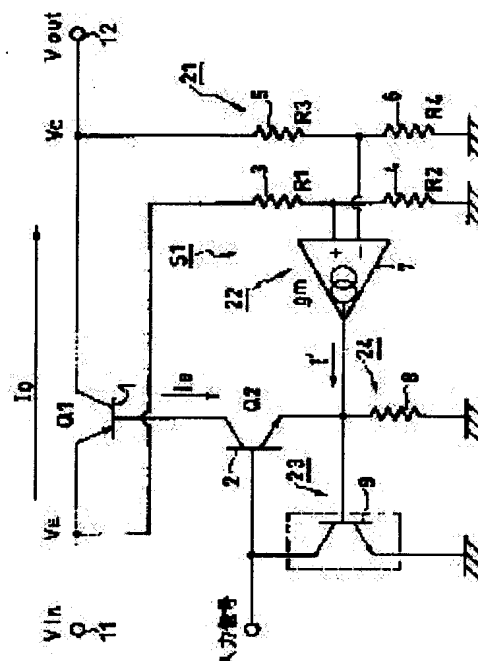
(72)Inventor : AOYAMA TADAO

## (54) CURRENT LIMITER CIRCUIT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To minimize a wasteful loss of electric power, without being affected by the collector-to-emitter voltage of an output transistor and to positively enable to limit the current to a set value.

**SOLUTION:** A conductance amplifier 7 inputs the collector-to-emitter voltage of an output transistor 1 detected by first to fourth voltage detecting resistors 3-6 and outputs the current corresponding to each value. The supply of the output current to a current detecting resistor 8 turns on a switching transistor 9 not based on the change of the current amplifying rate of the output transistor 1, but if a prescribed voltage drop occurs, thereby interrupting the base current of a base-current driving transistor 2. Consequently, the output current is limited by the interruption of the base current of the output transistor 1.





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 出力電圧が所定値となるようにベース電流が制御される出力トランジスタを有してなる電源回路において、前記出力トランジスタのベース電流を検出し、その検出結果に応じて前記出力トランジスタの出力電流の制限を行うよう構成されてなる電流制限回路であって、

前記出力トランジスタのベース電流を検出するベース電流検出手段と、

前記ベース電流検出部の検出結果に応じて、前記出力トランジスタのベース電流の供給を遮断するベース電流遮断手段と、

前記出力トランジスタのコレクタ・エミッタ間電圧を検出するコレクタ・エミッタ間電圧検出手段と、

前記コレクタ・エミッタ間電圧検出部の検出結果に応じた電流を前記ベース電流検出部へ供給するベース電流補正手段と、

を具備してなることを特徴とする電流制限回路。

【請求項2】 ベース電流補正手段は、コレクタ・エミッタ間電圧の増加に伴い出力電流が増加するよう構成されてなるものであることを特徴とする請求項1記載の電流制限回路。

【請求項3】 出力電圧が所定値となるようにベース電流が制御される出力トランジスタを有してなる電源回路において、前記出力トランジスタのベース電流を検出し、その検出結果に応じて前記出力トランジスタの出力電流の制限を行うよう構成されてなる電流制限回路であって、

前記出力トランジスタのベースとアースとの間には、ベース電流ドライブ用トランジスタと電流検出用抵抗器とが直列接続され、

前記電流検出用抵抗器における所定の電圧降下によって導通状態となり、前記ベース電流ドライブ用トランジスタのベース電流の入力を遮断するスイッチ用トランジスタが設けられ、

前記出力トランジスタのエミッタとアースとの間には、第1及び第2の電圧検出用抵抗器が直列接続され、前記出力トランジスタのコレクタとアースとの間には、第3及び第4の電圧検出用抵抗器が直列接続され、

前記第1及び第2の電圧検出用抵抗器による分圧電圧と、前記第3及び第4の電圧検出用抵抗器による分圧電圧との差に応じた電流を出力するコンダクタンスアンプが設けられ、当該コンダクタンスアンプの出力端子は、前記ベース電流ドライブ用トランジスタと前記電流検出用抵抗器との接続点に接続されてなることを特徴とする電流制限回路。

【請求項4】 出力電圧が所定値となるようにベース電流が制御される出力トランジスタを有してなる電源回路において、前記出力トランジスタのベース電流を検出し、その検出結果に応じて前記出力トランジスタの出力

電流の制限を行うよう構成されてなる電流制限回路であって、

前記出力トランジスタのベースとアースとの間には、ベース電流ドライブ用トランジスタが直列接続され、

前記出力トランジスタとカレントミラー接続される電流検出用トランジスタが設けられ、当該電流検出用トランジスタの出力端とアースとの間には、電流検出用抵抗器が接続され、

前記電流検出用抵抗器における所定の電圧降下によって導通状態となり、前記ベース電流ドライブ用トランジスタのベース電流の入力を遮断するスイッチ用トランジスタが設けられ、

前記出力トランジスタのエミッタとアースとの間には、第1及び第2の電圧検出用抵抗器が直列接続され、

前記出力トランジスタのコレクタとアースとの間には、第3及び第4の電圧検出用抵抗器が直列接続され、

前記第1及び第2の電圧検出用抵抗器による分圧電圧と、前記第3及び第4の電圧検出用抵抗器による分圧電圧との差に応じた電流を出力するコンダクタンスアンプが設けられ、当該コンダクタンスアンプの出力端子は、前記電流検出用トランジスタと前記電流検出用抵抗器との接続点に接続されてなることを特徴とする電流制限回路。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、トランジスタ等の半導体素子を用いてなる電源回路において、出力電流の制限を行うための電流制限回路に係り、特に、動作の安定化、信頼性の向上等を図ったものに関する。

【0002】

【従来の技術】電源回路には、種々のものがあるが、例えばその一つとして入力電圧を安定化して出力するいわゆる定電圧回路と称されるものが従来から種々提案されている（例えば特開平5-204477号公報等参照）。このような定電圧回路においては、回路保護等のため、例えば出力電流を制限する電流制限回路が設けられることがある。図3乃至図5には、このような従来の電流制限回路の構成例が示されており、以下、同図を参照しつつ従来の電流制限回路について説明する。最初に、図3に示された電流制限回路は、電源回路の出力トランジスタQ1に対して直列に電流検出用抵抗器31aが接続され、その電圧降下がスイッチ用トランジスタ32aのベースへ印加されるようにしてある。そして、電流検出用抵抗器31aにおいて所定以上の電圧降下が生じた際に、スイッチング用トランジスタ32aを導通させることで、出力トランジスタQ1のベース電流を遮断して、電流制限が図られるように構成されてなるものである。

【0003】また、図4に示された電流制限回路は、出力トランジスタQ1のベースとアース間に、ベース電流

ドライブ用トランジスタQ2と電流検出用抵抗器31bとが直列接続され、電流検出用抵抗器31bの電圧降下がスイッチ用トランジスタ32bのベースに印加されるようになっている。そして、電流検出用抵抗器31bにおける電圧降下が所定以上となると、スイッチ用トランジスタ32bが導通し、ベース電流ドライブ用トランジスタQ2のベース電流が遮断され、同時に出力トランジスタQ1のベース電流が遮断されて、電流制限が図られるように構成されてなるものである。

【0004】さらに、図5に示された電流制限回路は、出力トランジスタQ1に対していわゆるカレントミラー接続されたトランジスタQ1'が設けられており、このトランジスタQ1'のコレクタとアースとの間に電流検出用抵抗器31cが接続されており、その電圧降下がスイッチ用トランジスタ32cのベースに印加されるようになっている。一方、出力トランジスタQ1及びトランジスタQ1'のベースには、ベース電流ドライブ用トランジスタQ2が接続されており、このベース電流ドライブ用トランジスタQ2のベースには、制御用の入力信号が印加されると共に、スイッチ用トランジスタ32cのコレクタが接続されている。そして、電流検出用抵抗器31cにおける電圧降下が所定以上となると、スイッチ用トランジスタ32cが導通し、ベース電流ドライブ用トランジスタQ2のベース電流が遮断され、それにより、出力トランジスタQ1のベース電流が遮断されて、電流制限が図られるように構成されてなるものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来回路においては、それぞれ次述するような問題があった。すなわち、図3に示された従来回路においては、出力電流の一部を電流検出用抵抗器31aへ流すような構成となっているために、電力損失が生じ、無駄な電力を消費するという問題があった。また、図4及び図5に示された回路においては、出力トランジスタQ1のコレクタ・エミッタ間電圧の低下による電流増幅率 $\beta$ の低下が存在し、さらに、図5においては、それに伴うカレントミラー接続部分における電流比のずれが発生し、電流制限がなされる際の設定値が不正確になるという問題があった。

【0006】本発明は、上記実状に鑑みてなされたもので、無駄な電力損失が極力少なく済み、しかも、設定された値において確実に電流制限が行える電流制限回路を提供するものである。本発明の他の目的は、出力トランジスタのコレクタ・エミッタ間電圧に影響されことなく、所定の設定値で出力電流の制限を行うことができ、動作の安定した信頼性の高い電流制限回路を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記発明の課題を解決するため、本発明に係る電流制限回路は、出力電圧が所定

値となるようにベース電流が制御される出力トランジスタを有してなる電源回路において、前記出力トランジスタのベース電流を検出し、その検出結果に応じて前記出力トランジスタの出力電流の制限を行うよう構成されてなる電流制限回路であって、前記出力トランジスタのベース電流を検出するベース電流検出手段と、前記ベース電流検出部の検出結果に応じて、前記出力トランジスタのベース電流の供給を遮断するベース電流遮断手段と、前記出力トランジスタのコレクタ・エミッタ間電圧を検出するコレクタ・エミッタ間電圧検出手段と、前記コレクタ・エミッタ間電圧検出部の検出結果に応じた電流を前記ベース電流検出部へ供給するベース電流補正手段と、を具備してなるものである。

【0008】かかる構成においては、コレクタ・エミッタ間電圧検出手段によってコレクタ・エミッタ間電圧が検出され、ベース電流補正手段により、そのコレクタ・エミッタ間電圧に応じた電流がベース電流検出手段へ供給されるようにすることで、出力トランジスタの電流増幅率の変化に起因する出力電流の電流制限を行う設定値の変動が防止され、所定の出力電流で電流制限が確実に行われることとなるものである。

【0009】より具体的な構成としては、例えば、出力電圧が所定値となるようにベース電流が制御される出力トランジスタを有してなる電源回路において、前記出力トランジスタのベース電流を検出し、その検出結果に応じて前記出力トランジスタの出力電流の制限を行うよう構成されてなる電流制限回路であって、前記出力トランジスタのベースとアースとの間には、ベース電流ドライブ用トランジスタと電流検出用抵抗器とが直列接続され、前記電流検出用抵抗器における所定の電圧降下によって導通状態となり、前記ベース電流ドライブ用トランジスタのベース電流の入力を遮断するスイッチ用トランジスタが設けられ、前記出力トランジスタのエミッタとアースとの間には、第1及び第2の電圧検出用抵抗器が直列接続され、前記出力トランジスタのコレクタとアースとの間には、第3及び第4の電圧検出用抵抗器が直列接続され、前記第1及び第2の電圧検出用抵抗器による分圧電圧と、前記第3及び第4の電圧検出用抵抗器による分圧電圧との差に応じた電流を出力するコンダクタンスアンプが設けられ、当該コンダクタンスアンプの出力端子は、前記ベース電流ドライブ用トランジスタと前記電流検出用抵抗器との接続点に接続されてなるものが好適である。

【0010】かかる構成において、特に、出力トランジスタとしては、pnp形トランジスタを用いた場合には、そのエミッタに被安定化電圧が印加され、そのコレクタから安定化された出力電圧が得られるように設けられた構成とすると好適である。また、この場合、ベース電流ドライブ用トランジスタは、npn形であって、そのコレクタが出力トランジスタのベースに、エミッタが

電流検出用抵抗器に、それぞれ接続されてなるものが好適である。さらに、この場合、スイッチ用トランジスタは、npn形であって、そのコレクタがベース電流ドライブ用トランジスタのベースに、エミッタがアースに、それぞれ接続されてなるものが好適である。

【0011】また、他の具体的な構成としては、例えば、出力電圧が所定値となるようにベース電流が制御される出力トランジスタを有してなる電源回路において、前記出力トランジスタのベース電流を検出し、その検出結果に応じて前記出力トランジスタの出力電流の制限を行うよう構成されてなる電流制限回路であって、前記出力トランジスタのベースとアースとの間には、ベース電流ドライブ用トランジスタが直列接続され、前記出力トランジスタとカレントミラー接続される電流検出用トランジスタが設けられ、当該電流検出用トランジスタの出力端とアースとの間には、電流検出用抵抗器が接続され、前記電流検出用抵抗器における所定の電圧降下によって導通状態となり、前記ベース電流ドライブ用トランジスタのベース電流の入力を遮断するスイッチ用トランジスタが設けられ、前記出力トランジスタのエミッタとアースとの間には、第1及び第2の電圧検出用抵抗器が直列接続され、前記出力トランジスタのコレクタとアースとの間には、第3及び第4の電圧検出用抵抗器が直列接続され、前記第1及び第2の電圧検出用抵抗器による分圧電圧と、前記第3及び第4の電圧検出用抵抗器による分圧電圧との差に応じた電流を出力するコンダクタンスアンプが設けられ、当該コンダクタンスアンプの出力端子は、前記電流検出用トランジスタと前記電流検出用抵抗器との接続点に接続されてなるものが好適である。

【0012】かかる構成において、特に、出力トランジスタとしては、npn形トランジスタを用いた場合には、そのエミッタに被安定化電圧が印加され、そのコレクタから安定化された出力電圧が得られるように設けられた構成とすると好適である。また、この場合、ベース電流ドライブ用トランジスタは、npn形であって、そのコレクタが出力トランジスタのベースに、エミッタがアースに、それぞれ接続されてなるものが好適である。さらに、この場合、スイッチ用トランジスタは、npn形であって、そのコレクタがベース電流ドライブ用トランジスタのベースに、エミッタがアースに、それぞれ接続されてなるものが好適である。またさらに、電流検出用トランジスタは、出力トランジスタがnpn形を用いてなる場合には、同様にnpn形であって、そのエミッタが出力トランジスタのエミッタに、ベースが出力トランジスタのベースに、それぞれ接続され、コレクタが出力端となるように設けられたものが好適である。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図1及び図2を参照しつつ説明する。なお、以下に説明する部材、配置等は本発明を限定するものではない

く、本発明の趣旨の範囲内で種々改変することができるものである。最初に、図1を参照しつつ第1の回路構成例について説明する。まず、この電流制限回路S1は、出力トランジスタ(図1においては「Q1」と表記)1の電圧安定化動作が、ベース電流ドライブ用トランジスタ(図1においては「Q2」と表記)2により制御されるよう構成されてなるいわゆるシリースレギュレータと称される形式の定電圧回路において設けられた場合の構成例である。出力トランジスタ1は、この回路構成例においては、npn形のものが用いられており、そのエミッタが被安定化電圧印加端子11に、コレクタが安定化電圧出力端子12に、それぞれ接続されている。そして、出力トランジスタ1のベースとアースとの間には、ベース電流ドライブ用トランジスタ2と、電流制限回路S1の構成要素の一つである電流検出用抵抗器8とが直列接続されたものとなっている。すなわち、npn形のベース電流ドライブ用トランジスタ2のコレクタは、出力トランジスタ1のベースに接続される一方、エミッタとアース間には、電流検出用抵抗器8が接続されている。そして、このベース電流ドライブ用トランジスタ2のベースには、図示されない回路から制御用の入力信号が入力されるようになっている。この制御用の入力信号は、ベース電流ドライブ用トランジスタ2のベース電流となるもので、その増減により出力トランジスタ1による出力電圧Voutの調整がなされるようになっている。

【0014】電流制限回路S1は、コレクタ・エミッタ間電圧検出部21と、制限電流補正部22と、出力遮断部23と、ベース電流検出部24とに大別されて構成されたものとなっている。コレクタ・エミッタ間電圧検出手段としてのコレクタ・エミッタ間電圧検出部21は、出力トランジスタ1のコレクタ・エミッタ間電圧Vceを検出するもので、第1乃至第4の電圧検出用抵抗器3〜6を主たる構成要素として構成されたものとなっている。すなわち、第1及び第2の電圧検出用抵抗器(図1においてはそれぞれ「R1」、「R2」と表記)3、4は、出力トランジスタ1のエミッタとアース間に直列接続される一方、第3及び第4の電圧検出用抵抗器(図1においてはそれぞれ「R3」、「R4」と表記)5、6は、出力トランジスタ1のコレクタとアース間に、直列

接続されたものとなっている。【0015】第1及び第2の電圧検出用抵抗器3、4の相互の接続点には、第1及び第2の電圧検出用抵抗器3、4の抵抗値で定まる分圧比に応じた大きさで、出力トランジスタ1のエミッタ電圧V<sub>e</sub>に対応したいわゆる分圧電圧が得られるようになっている。また、第3及び第4の電圧検出用抵抗器5、6の相互の接続点には、第3及び第4の電圧検出用抵抗器5、6の抵抗値で定まる分圧比に応じた大きさで、出力トランジスタ1のコレクタ電圧V<sub>c</sub>に対応したいわゆる分圧電圧が得られるようになっている。そして、第1及び第2の電圧検出用抵抗

器3、4の相互の接続点と、第3及び第4の電圧検出用抵抗器5、6の相互の接続点との間に得られる電圧は、出力トランジスタ1のコレクタ・エミッタ間電圧 $V_{ce}$ に対応した分圧電圧となっている。

【0016】ベース電流補正手段としての制限電流補正部22は、電流制限が所定の値で行われるようにその設定値を補正するため、出力トランジスタ1のコレクタ・エミッタ間電圧に応じた電流を電流検出用抵抗器8へ供給するようになっているもので、コンダクタンスアンプ（以下「gmアンプ」と言う）7を主たる構成要素として構成されたものとなっている。gmアンプ（図1においては「gm」と表記）7は、入力電圧に応じた電流を出力するよう構成された公知・周知のいわゆる演算増幅器であり、その非反転入力端子には、先の第1及び第2の電圧検出用抵抗器3、4の相互の接続点が、また、反転入力端子には、先の第3及び第4の電圧検出用抵抗器5、6の相互の接続点が、それぞれ接続されている。一方、gmアンプ7の出力端子は、出力遮断部23の電流検出用抵抗器8とベース電流ドライブ用トランジスタ2のエミッタとの接続点に接続されており、このgmアンプ7に入力される出力トランジスタ1のエミッタ・コレクタ間電圧に対応した電圧に応じた電流が出力され、電流検出用抵抗器8へ流されるようになっている。

【0017】ベース電流遮断手段としての出力遮断部23は、出力トランジスタ1において所定の電流制限値に対応する出力電流が流れる状態となった場合に、ベース電流ドライブ用トランジスタ2の動作を遮断することで、出力トランジスタ1の出力動作を停止させて、出力電流の制限を図るもので、スイッチ用トランジスタ9を主たる構成要素として構成されたものとなっている。ベース電流検出手段としてのベース電流検出部24は、出力トランジスタ1のベース電流を検出し、その大きさに応じた電圧を発生するもので、この回路構成例においては、電流検出用抵抗器8を用いてなるものである。電流検出用抵抗器8は、既に述べたようにベース電流ドライブ用トランジスタ2のエミッタとアースとの間に直列に接続されており、その接続点は、スイッチ用トランジスタ9のベースに接続されたものとなっている。スイッチ用トランジスタ9は、この構成例においては、npn形のトランジスタが用いられており、そのコレクタがベ

$$I' = gm \{ R_2 \cdot V_E / (R_1 + R_2) - R_4 \cdot V_C / (R_3 + R_4) \} \cdots (式1)$$

【0023】ここで、gmは、gmアンプ7のコンダクタンス、 $V_E$ は、出力トランジスタ1のエミッタ電圧、 $V_C$ は、出力トランジスタ1のコレクタ電圧であり、 $R_1, R_2, R_3, R_4$ は、それぞれ第1乃至第4の電圧検出用抵抗器3～6の抵抗値であって、 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ であるとする。さらに、コレクタ・エミッタ電圧 $V_{CE} = V_E - V_C$ であるので、これより上述の式1を整理すると次のように表される。

\* ス電流ドライブ用トランジスタ2のベースに接続される一方、エミッタは、アースに接続されたものとなっている。

【0018】そして、この電流検出用抵抗器8には、ベース電流ドライブ用トランジスタ2により、出力トランジスタ1のベース電流と、先の制限電流補正部22からの電流とが流入するようになっており、所定の電圧降下が生ずるとスイッチ用トランジスタ9が導通して、ベース電流ドライブ用トランジスタ2のベース電流が遮断され、それにより、出力トランジスタ1のベース電流が遮断されるようになっている。

【0019】次に、上記構成における動作について説明する。まず、ベース電流ドライブ用トランジスタ2のベースに、図示されない定電圧回路の他の回路部分から制御用の入力信号が印加されて、ベース電流ドライブ用トランジスタ2が動作すると、出力トランジスタ1のベースには、ベース電流 $I_B$ が供給されると共に、このベース電流 $I_B$ は、電流検出用抵抗器8にも流れることとなる。このベース電流 $I_B$ の供給により、出力トランジスタ1には、ベース電流 $I_B$ が電流増幅率 $\beta$ 倍された出力電流 $I_O$ が流れることとなる。

【0020】一方、第1及び第2の電圧検出用抵抗器3、4の相互の接続点と、第3及び第4の電圧検出用抵抗器5、6の相互の接続点との間には、出力トランジスタ1のエミッタ・コレクタ間電圧 $V_{CE}$ に対応した電圧であって、第1乃至第4の電圧検出用抵抗器3～6の抵抗値で定まるいわゆる分圧比の大きさの電圧が得られ、gmアンプ7によりその電圧に応じた電流 $I'$ が出力されて、電流検出用抵抗器8へ供給されることとなる。したがって、電流検出用抵抗器8においては、出力トランジスタ1のベース電流 $I_B$ とgmアンプ7からの電流 $I'$ との和の電流が流れることとなる。

【0021】そして、このような電流の流れ込みにより電流検出用抵抗器8における電圧降下が所定以上となるとスイッチ用トランジスタ9が導通し、ベース電流ドライブ用トランジスタ2のベース電流の供給が遮断されると共に、同時に出力トランジスタ1のベース電流 $I_B$ の供給が遮断されることとなる。

【0022】ここで、gmアンプ7から電流検出用抵抗器8へ流入する電流 $I'$ は、次のように表される。

$$I' = gm \times V_{CE} / 2 \cdots (式2)$$

【0024】したがって、gmアンプ7の出力電流 $I'$ は、出力トランジスタ1のエミッタ・コレクタ電圧 $V_{CE}$ が減少するに伴い減少するようになっていることができる。次に、説明の便宜上、出力トランジスタ1のコレクタ・エミッタ間電圧 $V_{CE}$ が十分に大きい場合の出力トランジスタ1の電流増幅率を $\beta$ と、一方、コレクタ・エミッタ間電圧 $V_{CE}$ が小さい場合の出力トラ

ンジスタ1の電流増幅率を $\beta'$ と、それぞれ定義すると共に、さらに、電流制限がなされる(スイッチ用トランジスタ9が導通する)際に電流検出用抵抗器8に流れる電流を $I_{OFF}$ とし、出力トランジスタ1に流れる出力電流 $I_o$ を求めてみる。

【0025】まず、出力電流 $I_o$ を、ベース電流と電流増幅率との関係で表すと、次のようになる。 $I_B = I_{OFF} - I'$ の関係が成立することから、コレクタ・エミッタ間電圧 $V_{CE}$ が十分に大きい場合の出力電流 $I_o$ は、 $I_o = \beta(I_{OFF} - I')$ と表される。一方、コレクタ・エミッタ間電圧 $V_{CE}$ が小さい場合、 $I'$ は略零であるとすれば、出力電流 $I_o$ は、 $I_o = \beta'(I_{OFF})$ と表される。そして、出力電流が所定の大きさとなった際に、電流制限が正確になされるようにするには、コレクタ・エミッタ間電圧 $V_{CE}$ が十分に大きい場合の出力電流とコレクタ・エミッタ間電圧 $V_{CE}$ が小さい場合の出力電流とが等しくなる必要がある。

【0026】すなわち、そのためには、 $\beta(I_{OFF} - I') = \beta'(I_{OFF})$ となる必要がある。そして、この式は整理すると、 $I' = I_{OFF} - (\beta'/\beta)I_{OFF}$ と表される。なお、ここで、 $\beta > \beta'$ である。結局、 $I' = I_{OFF} - (\beta'/\beta)I_{OFF}$ が成立するようにするためには、第1乃至第4の電圧検出用抵抗器3~6の値を調整することとなる。

【0027】このようにして、この第1の回路構成例においては、出力トランジスタ1のエミッタ・コレクタ間電圧の変化に起因する電流増幅率の変化によって、電流制限が行われる際の設定値の変動が生じないように、電流検出用抵抗器8に流れる電流をコレクタ・エミッタ間電圧検出部21と制限電流補正部22とで補正するようにすることで、出力トランジスタ1のエミッタ・コレクタ間電圧の変化に起因する電流増幅率の変化が生じても所定の設定値で電流制限がなされることとなるものである。

【0028】次に、図2を参照しつつ第2の回路構成例について説明する。なお、図1に示された構成要素と同一のものについては、同一の符号を付すこととする。この第2の回路構成例における電流制限回路S2も、図1に示された回路構成例と同様にコレクタ・エミッタ間電圧検出部21と、制限電流補正部22と、出力遮断部23Aと、ベース電流検出部24Aとに大別されて構成されたものとなっている点は基本的に同一である。以下、具体的な構成、動作について説明するが、第1の回路構成例と同一の構成部分については、その詳細な説明を省略し、以下、異なる点を中心に説明することとする。まず、出力トランジスタ1のベースとアース間にベース電流ドライブ用トランジスタ2が直列接続されており、ベース電流ドライブ用トランジスタ2のベースに、図示されない回路から制御用の入力信号が入力されるようになっている点は、先の図1に示された回路構成例基本的に

同一である。

【0029】コレクタ・エミッタ間電圧検出部21は、出力トランジスタ1のコレクタ・エミッタ間電圧 $V_{CE}$ を検出するもので、その構成は、図1に示された先の第1の回路構成例と変わるところはないものである。制限電流補正部22は、電流制限が所定の値で行われるようにその設定値を補正するもので、その構成は、図1に示された先の第1の回路構成例と変わるところはないものである。出力遮断部23Aは、出力トランジスタ1において所定の電流制限値に対応する出力電流が流れる状態となった場合に、ベース電流ドライブ用トランジスタ2の動作を遮断することで、出力トランジスタ1の出力動作を停止させて、出力電流の制限を図るもので、スイッチ用トランジスタ9を主たる構成要素として構成されたものとなっている。ベース電流検出部24Aは、出力トランジスタ1のベース電流を検出し、その大きさに応じた電圧を発生するもので、この回路構成例においては、電流検出用抵抗器8と、電流検出用トランジスタ10とを主たる構成要素として構成されたものとなっている。

【0030】まず、pnp形の電流検出用トランジスタ10は、出力トランジスタ1といわゆるカレントミラー接続されるものとなっているもので、そのエミッタは、出力トランジスタ1のエミッタに、ベースは、出力トランジスタ1のベースにそれぞれ接続される一方、コレクタは、電流検出用抵抗器8の一端に接続されており、電流検出用抵抗器8の他端は、アースに接続されている。電流検出用抵抗器8と電流検出用トランジスタ10のコレクタとの接続点には、gmアンプ7の出力端子が接続されると共に、スイッチ用トランジスタ9のベースが接続されている。そして、このスイッチ用トランジスタ9は、そのコレクタがベース電流ドライブ用トランジスタ2のベースに、エミッタがアースに、それぞれ接続されたものとなっている。

【0031】次に、上記構成における動作について説明する。まず、ベース電流ドライブ用トランジスタ2のベースに、図示されない定電圧回路の他の回路部分から制御用の入力信号が印加されて、ベース電流ドライブ用トランジスタ2が動作すると、出力トランジスタ1及び電流検出用トランジスタ10のベースには、ベース電流 $I_B$ が供給されることとなる。このベース電流 $I_B$ の供給により、出力トランジスタ1には、ベース電流 $I_B$ が電流増幅率 $\beta$ 倍された出力電流 $I_o$ が流れることとなる。また、電流検出用トランジスタ10には、出力トランジスタ1とのエミッタサイズの比率に応じた電流が流れることとなる。すなわち、出力トランジスタ1と電流検出用トランジスタ10のエミッタサイズの比率を、 $Q1_E : Q1_E' = n : 1$ とすると、電流検出用トランジスタ10には、出力トランジスタ1を流れる電流の $1/n$ のコレクタ電流が流れ、これが電流検出用抵抗器8へ供給されることとなる。なお、 $Q1_E$ は、出力トランジ

スタ1のエミッタサイズを、 $Q1_E$  は、電流検出用トランジスタ10のエミッタサイズを、それぞれ意味するものとする。

【0032】一方、第1及び第2の電圧検出用抵抗器3、4の相互の接続点と、第3及び第4の電圧検出用抵抗器5、6の相互の接続点との間には、出力トランジスタ1のエミッタ・コレクタ間電圧 $V_{CE}$ に対応した電圧であって、第1乃至第4の電圧検出用抵抗器3～6の抵抗値で定まるいわゆる分圧比の大ききの電圧が得られ、 $gm$ アンプ7によりその電圧に応じた電流 $I'$ が出力されて、電流検出用抵抗器8へ供給されることとなる。したがって、電流検出用抵抗器8においては、電流検出用トランジスタ10から供給される電流と $gm$ アンプ7からの電流 $I'$ との和の電流が流れることとなる。そして、このような電流の流れ込みにより電流検出用抵抗器8における電圧降下が所定以上となるとスイッチ用トランジスタ9が導通し、ベース電流ドライブ用トランジスタ2のベース電流の供給が遮断されると共に、同時に出力トランジスタ1のベース電流 $I_B$ の供給が遮断されることとなる。

【0033】ここで、出力トランジスタ1のコレクタ・エミッタ間電圧 $V_{CE}$ が十分に大きい場合の出力トランジスタ1と電流検出用トランジスタ10とのエミッタ比率を $n:1$ とし、出力トランジスタ1のコレクタ・エミッタ間電圧 $V_{CE}$ が小さい場合の出力トランジスタ1と電流検出用トランジスタ10とのエミッタ比率を $n':1$ とし、さらに、電流制限がなされる（スイッチ用トランジスタ9が導通する）際に電流検出用抵抗器8に流れる電流を $I_{OFF}$ とし、出力トランジスタ1に流れる出力電流 $I_O$ を求めてみる。まず、電流検出用トランジスタ10のコレクタ電流を、便宜的に $I_O'$ とすると、次のように表される。

$$【0034】 I_O' = I_{OFF} - I'$$

【0035】そして、出力トランジスタ1のコレクタ・エミッタ間電圧 $V_{CE}$ が十分に大きい場合については、出力電流 $I_O$ と $I_O'$ の間には、 $I_O = n \times I_O'$ の関係が成立することから、出力電流 $I_O$ は、さらに、 $I_O = n(I_{OFF} - I')$ と表される。一方、出力トランジスタ1のコレクタ・エミッタ間電圧 $V_{CE}$ が小さい場合には、 $I_O = n' \times I_O'$ の関係が成立し、また、この場合、 $I'$ は略零であるとすれば、出力電流 $I_O$ は、 $I_O = n'(I_{OFF})$ と表されることとなる。

【0036】出力電流が所定の大きさとなった際に、電流制限が正確になされるようにするには、コレクタ・エミッタ間電圧 $V_{CE}$ が十分に大きい場合の出力電流とコレクタ・エミッタ間電圧 $V_{CE}$ が小さい場合の出力電流とが等しくなる必要がある。すなわち、そのためには、 $n(I_{OFF} - I') = n'(I_{OFF})$ となる必要がある。そこで、この式は整理すると、 $I' = I_{OFF} - (n'/n)I_{OFF}$ と表される。結局、 $I' = I$

$I_{OFF} - (n'/n)I_{OFF}$ が成立するようにするためには、第1乃至第4の電圧検出用抵抗器3～6の値を調整することとなる。

【0037】このようにして、この第2の回路構成例においては、出力トランジスタ1のエミッタ・コレクタ間電圧の変化に起因する電流増幅率の変化によって、電流制限が行われる際の設定値の変動が生じないように、電流検出用抵抗器8に流れる電流をコレクタ・エミッタ間電圧検出部21と制限電流補正部22とで補正するようにすることで、出力トランジスタ1のエミッタ・コレクタ間電圧の変化に起因する電流増幅率の変化が生じても所定の設定値で電流制限がなされることとなるものである。

【0038】なお、上述したいずれの回路構成例においても、半導体素子としてバイポーラトランジスタを用いたが、これに限定される必要はないことは勿論であり、他の種類の半導体素子、例えば電界効果トランジスタ等を用いてもよいものである。また、スイッチ用トランジスタ9に代えて、電流検出用抵抗器8における電圧降下によって開閉成するような他のスイッチ素子や回路を用いるようにしてもよいものである。

【0039】

【発明の効果】以上、述べたように、本発明によれば、出力トランジスタの電流増幅率の変動に起因する電流制限動作の不安定さを解消すべく、出力トランジスタのベース電流検出手段における検出電流の変動を補償できるような構成とすることにより、出力トランジスタの電流増幅率の変動に拘わらず、従来と異なり、出力電流の無駄な消費を伴うことなく、設定値において確実に電流制限が行え、動作の安定した信頼性の高い電流制限回路を提供することができるという効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における電流制限回路の第1の回路構成例を示す回路図である。

【図2】本発明の実施の形態における電流制限回路の第2の回路構成例を示す回路図である。

【図3】従来の電流制限回路の第1の回路構成例を示す回路図である。

【図4】従来の電流制限回路の第2の回路構成例を示す回路図である。

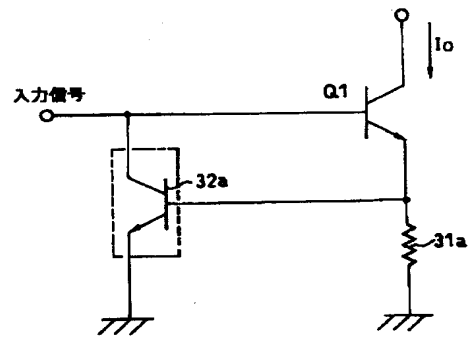
【図5】従来の電流制限回路の第3の回路構成例を示す回路図である。

【符号の説明】

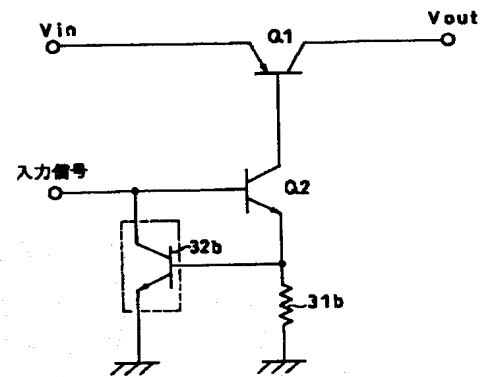
- 1…出力トランジスタ
- 2…ベース電流ドライブ用トランジスタ
- 7…コンダクタンスアンプ
- 8…電流検出用抵抗器
- 9…スイッチ用トランジスタ
- 10…電流検出用トランジスタ



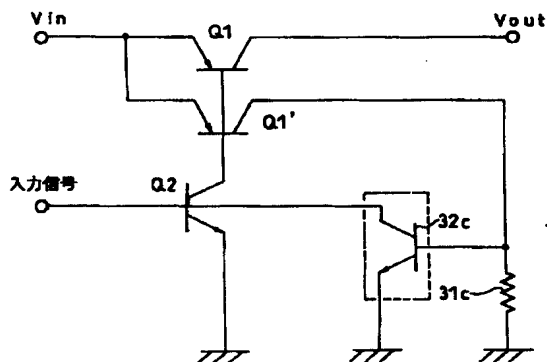
【圖 3】



【圖4】



【図5】



[JP,2000-270469,A]

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] In the power circuit which comes to use semiconductor devices, such as a transistor, this invention relates to the current-limiting circuit for restricting the output current, and relates to what aimed at stabilization of operation, improvement in dependability, etc. especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although there are various things in a power circuit, what is called the so-called voltage stabilizer which stabilizes and outputs input voltage as one, for example is variously proposed from the former (for example, reference, such as JP,5-204477,A). In such a voltage stabilizer, the current-limiting circuit which restricts for circuit protection (for example, the output current) etc. may be prepared. The example of a configuration of such a conventional current-limiting circuit is shown, and the conventional current-limiting circuit is hereafter explained to drawing 3 thru/or drawing 5 , referring to this drawing. Resistor 31a for current detection is connected to a serial to the output transistor Q1 of a power circuit, and it is made first to be impressed to the base of transistor 32a for a switch in the voltage drop by the current-limiting circuit shown in drawing 3 . And when the voltage drop more than predetermined arises in resistor 31a for current detection, by making it flow through transistor 32a for switching, the base current of the output transistor Q1 is intercepted, it is constituted and current limiting becomes so that may be planned.

[0003] Moreover, between the base of the output transistor Q1, and a ground, the series connection of the transistor Q2 for a base current drive and the resistor 31b for current detection is carried out, and, as for the current-limiting circuit shown in drawing 4 , the voltage drop of resistor 31b for current detection is impressed to the base of transistor 32b for a switch. And if the voltage drop in resistor 31b for current detection becomes more than predetermined, transistor 32b for a switch flows, the base current of the transistor Q2 for a base current drive is intercepted, the base current of the output transistor Q1 is intercepted by coincidence, it will be constituted and current limiting will become so that may be planned.

[0004] Furthermore, the so-called transistor Q1' by which current mirror connection was made is prepared to the output transistor Q1, resistor 31c for current detection is connected between the collector of this transistor Q1', and the ground, and, as for the current-limiting circuit shown in drawing 5 , that voltage drop is impressed to the base of transistor 32c for a switch. on the other hand, the transistor Q2 for a base current drive connects with the base of the output transistor Q1 and transistor Q1' -- having -- \*\*\*\*\* -- this -- while [ for a base current drive ] stating transistor Q2 and impressing the input signal for control to - SU, the collector of transistor 32c for a switch is connected. And transistor 32c for a switch flows, if the voltage drop in resistor 31c for current detection becomes more than predetermined, transistor Q2 for a base current drive, it will state

and - SU current will be intercepted, the base current of the output transistor Q1 will be intercepted, it will be constituted and, thereby, current limiting will become so that may be planned.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in a circuit, there was a problem which following-\*\*, respectively conventionally [ above-mentioned ]. That is, conventionally which was shown in drawing 3 , since it had the composition that a part of output current is passed to resistor 31a for current detection in a circuit, power loss arose and there was a problem of consuming useless power. Moreover, in the circuit shown in drawing 4 and drawing 5 , the decline in the current amplification factor beta by the fall of the electrical potential difference between collector emitters of the output transistor Q1 existed, further, in drawing 5 , the gap of the current ratio in the current mirror connection part accompanying it occurred, and there was a problem that the set point at the time of current limiting being made became incorrectness.

[0006] This invention was made in view of the above-mentioned actual condition, and as much as possible, there is little useless power loss, it ends and offers the current-limiting circuit which can moreover perform current limiting certainly in the set-up value. Without being influenced by the electrical potential difference between collector emitters of an output transistor, other purposes of this invention can restrict the output current with the predetermined set point, and are to offer the current-limiting circuit where the dependability by which actuation was stabilized is high.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the technical problem of the above-mentioned invention, the current-limiting circuit concerning this invention In the power circuit which comes to have the output transistor by which base current is controlled so that output voltage serves as a predetermined value It is the current-limiting circuit which is constituted and becomes so that the base current of said output transistor may be detected and the output current of said output transistor may be restricted according to the detection result. A base current detection means to detect the base current of said output transistor, A base current cutoff means to intercept supply of the base current of said output transistor according to the detection result of said base current detecting element, It comes to provide an electrical-potential-difference detection means between collector emitters to detect the electrical potential difference between collector emitters of said output transistor, and a base current amendment means to supply the current according to the detection result of said electrical-potential-difference detecting element between collector emitters to said base current detecting element.

[0008] In this configuration, the electrical potential difference between collector emitters is detected by the electrical-potential-difference detection means between collector emitters, it is that the current according to the electrical potential difference between the collector emitters is supplied to a base current detection means, and by the base current amendment means, fluctuation of the set point which performs current limiting of the output current resulting from change of the current amplification factor of an output transistor will be prevented, and current limiting will be certainly performed by the predetermined output current.

[0009] In the power circuit which comes to have the output transistor by which base current is controlled as a more concrete configuration, for example so that output voltage serves as a predetermined value It is the current-limiting circuit which is constituted and becomes so that the base current of said output transistor may be detected and the output current of said output transistor may be restricted according to the detection result. Between the base of said output

transistor, and a ground Series connection of the transistor for a base current drive and the resistor for current detection is carried out. It will be in switch-on by the predetermined voltage drop in said resistor for current detection. The transistor for a switch which intercepts the input of the base current of said transistor for a base current drive is prepared. Between the emitter of said output transistor, and a ground The series connection of the 1st and 2nd resistors for electrical-potential-difference detection is carried out. Between the collector of said output transistor, and a ground The partial pressure electrical potential difference series connection of the 3rd and 4th resistors for electrical-potential-difference detection is carried out, and according to said 1st and 2nd resistors for electrical-potential-difference detection, The conductance amplifier which outputs the current according to a difference with the partial pressure electrical potential difference by said 3rd and 4th resistors for electrical-potential-difference detection is formed. The output terminal of the conductance amplifier concerned The thing which it comes to connect at the node of said transistor for a base current drive and said resistor for current detection is suitable.

[0010] In this configuration, especially as an output transistor, when a pnp form transistor is used, if it is the configuration prepared so that the output voltage which the stabilized electrical potential difference was impressed to the emitter, and was stabilized from the collector might be obtained, it is suitable. Moreover, the thing which the transistor for a base current drive is a npn form, and that collector is connected to the base of an output transistor, and comes to connect an emitter with the resistor for current detection in this case, respectively is suitable. Furthermore, the thing which the transistor for a switch is a npn form, and that collector is connected to the base of the transistor for a base current drive, and comes to connect an emitter with a ground in this case, respectively is suitable.

[0011] Moreover, it sets to the power circuit which comes to have the output transistor by which base current is controlled as other concrete configurations, for example so that output voltage serves as a predetermined value. It is the current-limiting circuit which is constituted and becomes so that the base current of said output transistor may be detected and the output current of said output transistor may be restricted according to the detection result. Between the base of said output transistor, and a ground The transistor for current detection by which the series connection of the transistor for a base current drive is carried out, and current mirror connection is made with said output transistor is prepared. Between the outgoing end of the transistor for current detection concerned, and a ground The resistor for current detection will be connected and it will be in switch-on by the predetermined voltage drop in said resistor for current detection. The transistor for a switch which intercepts the input of the base current of said transistor for a base current drive is prepared. Between the emitter of said output transistor, and a ground The series connection of the 1st and 2nd resistors for electrical-potential-difference detection is carried out. Between the collector of said output transistor, and a ground The partial pressure electrical potential difference series connection of the 3rd and 4th resistors for electrical-potential-difference detection is carried out, and according to said 1st and 2nd resistors for electrical-potential-difference detection, The conductance amplifier which outputs the current according to a difference with the partial pressure electrical potential difference by said 3rd and 4th resistors for electrical-potential-difference detection is formed, and the thing which it comes to connect at the node of said transistor for current detection and said resistor for current detection is suitable for the output terminal of the conductance amplifier concerned.

[0012] In this configuration, especially as an output transistor, when a pnp form transistor is used, if it is the configuration prepared so that the output voltage which the stabilized electrical

potential difference was impressed to the emitter, and was stabilized from the collector might be obtained, it is suitable. Moreover, the thing which the transistor for a base current drive is a npn form, and that collector is connected to the base of an output transistor, and comes to connect an emitter with a ground in this case, respectively is suitable. Furthermore, the thing which the transistor for a switch is a npn form, and that collector is connected to the base of the transistor for a base current drive, and comes to connect an emitter with a ground in this case, respectively is suitable. Furthermore, when an output transistor comes to use a pnp form, the transistor for current detection is a pnp form similarly, and what was prepared so that the emitter might be connected to the emitter of an output transistor, the base might be connected to the base of an output transistor, respectively and a collector might serve as an outgoing end is suitable for it. [0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained, referring to drawing 1 and drawing 2. In addition, the member explained below, arrangement, etc. cannot limit this invention, and can change it variously within the limits of the meaning of this invention. First, the 1st example of circuitry is explained, referring to drawing 1. First, this current-limiting circuit S1 is an example of a configuration at the time of being prepared in the voltage stabilizer of the format called the so-called series regulator which it is constituted and electrical-potential-difference stabilization actuation of the output transistor (it is written as "Q1" in drawing 1) 1 becomes so that it may be controlled by the transistor 2 for a base current drive (it is written as "Q2" in drawing 1). In this example of circuitry, the thing of a pnp form is used, that emitter is connected to the stabilized electrical-potential-difference impression terminal 11, and, as for the output transistor 1, the collector is connected to the stabilization voltage-output terminal 12, respectively. And between the base of the output transistor 1, and a ground, the transistor 2 for a base current drive and the resistor 8 for current detection which is one of the components of the current-limiting circuit S1 had carried out series connection. That is, while the collector of the transistor 2 for a base current drive of a npn form is connected to the base of the output transistor 1, the resistor 8 for current detection is connected with the emitter between grounds. And the input signal for control is inputted into the base of this transistor 2 for a base current drive from the circuit which is not illustrated. The input signal for this control serves as base current of the transistor 2 for a base current drive, and adjustment of the output voltage  $V_{out}$  with the output transistor 1 is made by that increase and decrease.

[0014] The current-limiting circuit S1 was divided roughly into the electrical-potential-difference detecting element 21 between collector emitters, the limit current amendment section 22, the output cutoff section 23, and the base current detecting element 24, and was constituted. The electrical-potential-difference detecting element 21 between collector emitters as an electrical-potential-difference detection means between collector emitters detects the electrical potential difference VCE between collector emitters of the output transistor 1, and the 1st thru/or 4th resistor 3-6 for electrical-potential-difference detection was constituted as a main component. that is, the 1st and 2nd resistors 3 and 4 for electrical-potential-difference detection ( drawing 1 - - setting -- respectively -- "R1", "R2", and a notation) while series connection was carried out between the emitter of the output transistor 1, and the ground, series connection of the 3rd and 4th resistors 5 and 6 for electrical-potential-difference detection ( drawing 1 -- setting -- respectively -- "R3", "R4", and a notation) had been carried out between the collector of the output transistor 1, and the ground.

[0015] The so-called partial pressure electrical potential difference corresponding to the emitter electrical potential difference VE of the output transistor 1 is obtained at the mutual node of the

1st and 2nd resistors 3 and 4 for electrical-potential-difference detection in the magnitude according to the division ratio which becomes settled in the resistance of the 1st and 2nd resistors 3 and 4 for electrical-potential-difference detection. Moreover, the so-called partial pressure electrical potential difference corresponding to collector voltage VC of the output transistor 1 is obtained at the mutual node of the 3rd and 4th resistors 5 and 6 for electrical-potential-difference detection in the magnitude according to the division ratio which becomes settled in the resistance of the 3rd and 4th resistors 5 and 6 for electrical-potential-difference detection. And the electrical potential difference obtained between the mutual node of the 1st and 2nd resistors 3 and 4 for electrical-potential-difference detection and the mutual node of the 3rd and 4th resistors 5 and 6 for electrical-potential-difference detection is a partial pressure electrical potential difference corresponding to the electrical potential difference VCE between collector emitters of the output transistor 1.

[0016] In order to amend the set point so that current limiting may be performed with a predetermined value, the limit current amendment section 22 as a base current amendment means supplies the current according to the electrical potential difference between collector emitters of the output transistor 1 to the resistor 8 for current detection, and the conductance amplifier (henceforth "gm amplifier") 7 was constituted as a main component. the so-called operational amplifier of well-known and common knowledge constituted so that the gm amplifier (it is written as "gm" in drawing 1) 7 might output the current according to input voltage -- it is -- the non-inversed input terminal -- the 1st of the point, and the mutual node of the 2nd resistor 3 and 4 for electrical-potential-difference detection -- moreover, the 3rd of the point and the mutual node of the 4th resistor 5 and 6 for electrical-potential-difference detection are connected to the inversed input terminal, respectively. On the other hand, it connects at the node of the resistor 8 for current detection of the output cutoff section 23, and the emitter of the transistor 2 for a base current drive, the current according to the electrical potential difference corresponding to the electrical potential difference between emitter collectors of the output transistor 1 inputted into this gm amplifier 7 is outputted, and the output terminal of the gm amplifier 7 is passed to the resistor 8 for current detection.

[0017] When it changed into the condition that the output current corresponding to a predetermined current-limiting value flows in the output transistor 1, the output cutoff section 23 as a base current cutoff means is intercepting actuation of the transistor 2 for a base current drive, stopped output actuation of the output transistor 1, and aims at a limit of the output current, and the transistor 9 for a switch was constituted as a main component. The base current detecting element 24 as a base current detection means detects the base current of the output transistor 1, generates the electrical potential difference according to that magnitude, and comes to use the resistor 8 for current detection in this example of circuitry. The resistor 8 for current detection is connected to the serial between the emitter of the transistor 2 for a base current drive, and the ground, as already stated, and the node was connected to the base of the transistor 9 for a switch. The emitter was connected to the ground, while the transistor of a npn form is used and, as for the transistor 9 for a switch, that collector was connected to the base of the transistor 2 for a base current drive in this example of a configuration.

[0018] And if the base current of the output transistor 1 and the current from the previous limit current amendment section 22 flow into this resistor 8 for current detection and a predetermined voltage drop arises with the transistor 2 for a base current drive to it, the transistor 9 for a switch will flow to it, the base current of the transistor 2 for a base current drive is intercepted, and, thereby, the base current of the output transistor 1 is intercepted.

[0019] Next, the actuation in the above-mentioned configuration is explained. First, if the input signal for control is impressed to the base of the transistor 2 for a base current drive from other circuit parts of the voltage stabilizer which is not illustrated and the transistor 2 for a base current drive operates, while base current  $I_B$  will be supplied to the base of the output transistor 1, this base current  $I_B$  will flow also to the resistor 8 for current detection. supply of this base current  $I_B$  -- the output transistor 1 -- base current  $I_B$  -- current amplification factor  $\beta$  twice -- the output current  $I_O$  carried out will flow.

[0020] On the other hand, between the mutual node of the 1st and 2nd resistors 3 and 4 for electrical-potential-difference detection, and the mutual node of the 3rd and 4th resistors 5 and 6 for electrical-potential-difference detection It is an electrical potential difference corresponding to the electrical potential difference  $V_{CE}$  between emitter collectors of the output transistor 1. the -- one -- or -- the -- four -- an electrical potential difference -- detection -- \*\* -- a resistor -- three - six -- resistance -- becoming settled -- being the so-called -- a division ratio -- magnitude - - an electrical potential difference -- obtaining -- having -- gm -- amplifier -- seven -- the -- an electrical potential difference -- having responded -- a current --  $I$  -- ' -- outputting -- having -- a current -- detection -- \*\* -- a resistor -- eight -- supplying -- having -- \*\*\*\*\* . Therefore, in the resistor 8 for current detection, the current of the sum of the base current  $I_B$  of the output transistor 1 and current  $I'$  from the gm amplifier 7 will flow.

[0021] And if the voltage drop in the resistor 8 for current detection becomes more than predetermined by the influx of such a current, while the transistor 9 for a switch will flow and supply of the base current of the transistor 2 for a base current drive will be intercepted, supply of the base current  $I_B$  of the output transistor 1 will be intercepted by coincidence.

[0022] Here, current  $I'$  which flows into the resistor 8 for current detection from the gm amplifier 7 is expressed as follows.

$I' = g_m \{ R_2 \text{ and } V_E / (R_1 + R_2) - R_4, \text{ and } V_C / (R_3 + R_4) \} \dots$  (formula 1)

[0023] Here,  $g_m$  is [ the emitter electrical potential difference of the output transistor 1 and  $V_C$  of the conductance of the gm amplifier 7 and  $V_E$  ] the collector voltages of the output transistor 1, and  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , and  $R_4$  are the resistance of the 1st thru/or 4th resistor 3-6 for electrical-potential-difference detection, respectively, and they presuppose that it is  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ . Furthermore, since it is collector emitter electrical-potential-difference  $V_{CE} = V_E - V_C$ , when the above-mentioned formula 1 is arranged from this, it is expressed as follows.

$I' = g_m \times V_{CE} / 2 \dots$  (formula 2)

[0024] Therefore, it can be said that emitter collector voltage  $V_{CE}$  of the output transistor 1 follows output current  $I'$  of the gm amplifier 7 on decreasing, and it decreases. The current amplification factor of the output transistor 1 when the electrical potential difference  $V_{CE}$  between collector emitters of the output transistor 1 is large enough for convenience of explanation Next,  $\beta$ , On the other hand, while defining the current amplification factor of the output transistor 1 when the electrical potential difference  $V_{CE}$  between collector emitters is small as  $\beta'$ , respectively Furthermore, in case current limiting is made (the transistor 9 for a switch flows), the current which flows to the resistor 8 for current detection is set to  $I_{OFF}$ , and the output current  $I_O$  which flows to the output transistor 1 is searched for.

[0025] First, it is as follows when the output current  $I_O$  is expressed with the relation between base current and a current amplification factor. Since the relation of  $I_B = I_{OFF} - I'$  is materialized, the output current  $I_O$  when the electrical potential difference  $V_{CE}$  between collector emitters is large enough is expressed as  $I_O = \beta (I_{OFF} - I')$ . On the other hand, if  $I'$  is abbreviation 0 when the electrical potential difference  $V_{CE}$  between collector emitters is small, the output current  $I_O$

is expressed as  $I_O = \beta' (I_{OFF})$ . And when the output current becomes predetermined magnitude, in order to make current limiting correctly, the output current when the electrical potential difference VCE between collector emitters is large enough, and the output current when the electrical potential difference VCE between collector emitters is small need to become equal. [0026] That is, it is necessary to become  $\beta(I_{OFF} - I') = \beta' (I_{OFF})$  for that purpose. And arrangement of this formula expresses it as  $I' = I_{OFF} - (\beta'/\beta) I_{OFF}$ . In addition, it is  $\beta > \beta'$  here. After all, in order to make it  $I' = I_{OFF} - (\beta'/\beta) I_{OFF}$  materialized, the value of the 1st thru/4th resistor 3-6 for electrical-potential-difference detection will be adjusted. [0027] Thus, it sets for this 1st example of circuitry. By change of the current amplification factor resulting from change of the electrical potential difference between emitter collectors of the output transistor 1 The current which flows to the resistor 8 for current detection by making it amend in the electrical-potential-difference detecting element 21 between collector emitters, and the limit current amendment section 22 so that fluctuation of the set point at the time of current limiting being performed may not arise Even if change of the current amplification factor resulting from change of the electrical potential difference between emitter collectors of the output transistor 1 arises, current limiting will be made with the predetermined set point. [0028] Next, the 2nd example of circuitry is explained, referring to drawing 2 . In addition, suppose that the same sign is attached about the same thing as the component shown in drawing 1 . The current-limiting circuit S2 in this 2nd example of circuitry of the point used as what was divided roughly into the electrical-potential-difference detecting element 21 between collector emitters, the limit current amendment section 22, output cutoff section 23A, and base current detecting-element 24A like the example of circuitry shown in drawing 1 , and was constituted is also fundamentally the same. Hereafter, although a concrete configuration and actuation are explained, suppose that it explains focusing on a point which omits the detailed explanation and is different hereafter about the same component as the 1st example of circuitry. First, the series connection of the transistor 2 for a base current drive is carried out between the base of the output transistor 1, and a ground, and the point that the input signal for control is inputted into the base of the transistor 2 for a base current drive from the circuit which is not illustrated is the same on the example of circuitry basic target shown in previous drawing 1 . [0029] The electrical-potential-difference detecting element 21 between collector emitters detects the electrical potential difference VCE between collector emitters of the output transistor 1, and does not have the 1st example of circuitry of the point the configuration was indicated to be to drawing 1 , and the changing place. The limit current amendment section 22 amends the set point so that current limiting may be performed with a predetermined value, and it does not have the 1st example of circuitry of the point the configuration was indicated to be to drawing 1 , and the changing place. When it changed into the condition that the output current corresponding to a predetermined current-limiting value flows in the output transistor 1, output cutoff section 23A is intercepting actuation of the transistor 2 for a base current drive, stopped output actuation of the output transistor 1, and aims at a limit of the output current, and the transistor 9 for a switch was constituted as a main component. Base current detecting-element 24A detected the base current of the output transistor 1, and generates the electrical potential difference according to that magnitude, and the resistor 8 for current detection and the transistor 10 for current detection were constituted as a main component in this example of circuitry. [0030] First, while the transistor 10 for current detection of a pnp form is the output transistor 1 and the so-called thing by which current mirror connection is made, the emitter is connected to the emitter of the output transistor 1 and the base is connected to the base of the output transistor



1, respectively, the collector is connected to the end of the resistor 8 for current detection, and the other end of the resistor 8 for current detection is connected to the ground. While the output terminal of the gm amplifier 7 is connected, the base of the transistor 9 for a switch is connected at the node of the resistor 8 for current detection, and the collector of the transistor 10 for current detection. And that collector was connected to the base of the transistor 2 for a base current drive, and, as for this transistor 9 for a switch, the emitter was connected to the ground, respectively.

[0031] Next, the actuation in the above-mentioned configuration is explained. First, when the input signal for control is impressed to the base of the transistor 2 for a base current drive from other circuit parts of the voltage stabilizer which is not illustrated and the transistor 2 for a base current drive operates, base current  $I_B$  will be supplied to the base of the output transistor 1 and the transistor 10 for current detection. supply of this base current  $I_B$  -- the output transistor 1 -- base current  $I_B$  -- current amplification factor  $\beta$  twice -- the output current  $I_O$  carried out will flow. Moreover, to the transistor 10 for current detection, the current according to the ratio of emitter size with the output transistor 1 will flow. That is, when the ratio of the emitter size of the output transistor 1 and the transistor 10 for current detection is set to  $Q1E:Q1E'=n:1$ , the collector current of  $1/n$  of a current which flows the output transistor 1 will flow to the transistor 10 for current detection, and this will be supplied to it to the resistor 8 for current detection. In addition,  $Q1E$  shall mean the emitter size of the output transistor 1, and  $Q1E'$  shall mean the emitter size of the transistor 10 for current detection, respectively.

[0032] On the other hand, between the mutual node of the 1st and 2nd resistors 3 and 4 for electrical-potential-difference detection, and the mutual node of the 3rd and 4th resistors 5 and 6 for electrical-potential-difference detection It is an electrical potential difference corresponding to the electrical potential difference  $V_{CE}$  between emitter collectors of the output transistor 1. the -- one -- or -- the -- four -- an electrical potential difference -- detection -- \*\* -- a resistor -- three - six -- resistance -- becoming settled -- being the so-called -- a division ratio -- magnitude - an electrical potential difference -- obtaining -- having -- gm -- amplifier -- seven -- the -- an electrical potential difference -- having responded -- a current --  $I$  -- ' -- outputting -- having -- a current -- detection -- \*\* -- a resistor -- eight -- supplying -- having -- \*\*\*\*\* . Therefore, in the resistor 8 for current detection, the current of the sum of the current and current  $I'$  from the gm amplifier 7 which are supplied from the transistor 10 for current detection will flow. And if the voltage drop in the resistor 8 for current detection becomes more than predetermined by the influx of such a current, while the transistor 9 for a switch will flow and supply of the base current of the transistor 2 for a base current drive will be intercepted, supply of the base current  $I_B$  of the output transistor 1 will be intercepted by coincidence.

[0033] The emitter ratio of the output transistor 1 when the electrical potential difference  $V_{CE}$  between collector emitters of the output transistor 1 is large enough, and the transistor 10 for current detection is set to  $n:1$  here. The emitter ratio of the output transistor 1 when the electrical potential difference  $V_{CE}$  between collector emitters of the output transistor 1 is small, and the transistor 10 for current detection is set to  $n':1$ . Furthermore, in case current limiting is made (the transistor 9 for a switch flows), the current which flows to the resistor 8 for current detection is set to  $I_{OFF}$ , and the output current  $I_O$  which flows to the output transistor 1 is searched for. First, when the collector current of the transistor 10 for current detection is made into  $I_O'$  for convenience, it is expressed as follows.

[0034]  $I_O' = I_{OFF} - I'$  [0035] And about the case where the electrical potential difference  $V_{CE}$  between collector emitters of the output transistor 1 is large enough, between the output current

$I_O$  and  $I_O'$ , since the relation of  $I_O = n \times I_O'$  is materialized, the output current  $I_O$  is further expressed as  $I_O = n (I_{OFF} - I')$ . On the other hand, when the electrical potential difference  $V_{CE}$  between collector emitters of the output transistor 1 is small, the relation of  $I_O = n' \times I_O'$  is materialized, and if  $I'$  is abbreviation 0, the output current  $I_O$  will be expressed as  $I_O = n' (I_{OFF})$  in this case.

[0036] When the output current becomes predetermined magnitude, in order to make current limiting correctly, the output current when the electrical potential difference  $V_{CE}$  between collector emitters is large enough, and the output current when the electrical potential difference  $V_{CE}$  between collector emitters is small need to become equal. That is, it is necessary to become  $n(I_{OFF} - I') = n' (I_{OFF})$  for that purpose. Then, arrangement of this formula expresses it as  $I' = I_{OFF} - (n'/n) I_{OFF}$ . After all, in order to make it  $I' = I_{OFF} - (n'/n) I_{OFF}$  materialized, the value of the 1st thru/4th resistor 3-6 for electrical-potential-difference detection will be adjusted.

[0037] Thus, it sets for this 2nd example of circuitry. By change of the current amplification factor resulting from change of the electrical potential difference between emitter collectors of the output transistor 1 The current which flows to the resistor 8 for current detection by making it amend in the electrical-potential-difference detecting element 21 between collector emitters, and the limit current amendment section 22 so that fluctuation of the set point at the time of current limiting being performed may not arise Even if change of the current amplification factor resulting from change of the electrical potential difference between emitter collectors of the output transistor 1 arises, current limiting will be made with the predetermined set point.

[0038] In addition, also in which example of circuitry mentioned above, although the bipolar transistor was used as a semiconductor device, of course, it does not need to be limited to this and the semiconductor device of other classes, for example, a field-effect transistor etc., may be used. Moreover, it replaces with the transistor 9 for a switch, and you may make it use other switching devices and circuits which carry out open closing by the voltage drop in the resistor 8 for current detection.

[0039]

[Effect of the Invention] As mentioned above, that the instability of the current-limiting actuation resulting from fluctuation of the current amplification factor of an output transistor should be canceled according to this invention as stated By considering as the configuration which can compensate fluctuation of the detection current in the base current detection means of an output transistor Without being accompanied by useless consumption of the output current irrespective of fluctuation of the current amplification factor of an output transistor unlike the former, in the set point, current limiting can be performed certainly, and the effectiveness that the current-limiting circuit where the dependability by which actuation was stabilized is high can be offered is done so.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the power circuit which comes to have the output transistor by which base current is controlled so that output voltage serves as a predetermined value It is the current-limiting circuit which is constituted and becomes so that the base current of said output transistor may be detected and the output current of said output transistor may be restricted according to the detection result. A base current detection means to detect the base current of said output transistor, A base current cutoff means to intercept supply of the base current of said output

transistor according to the detection result of said base current detecting element, An electrical-potential-difference detection means between collector emitters to detect the electrical potential difference between collector emitters of said output transistor, The current-limiting circuit characterized by coming to provide a base current amendment means to supply the current according to the detection result of said electrical-potential-difference detecting element between collector emitters to said base current detecting element.

[Claim 2] A base current amendment means is a current-limiting circuit according to claim 1 characterized by being what is constituted and becomes so that the output current may increase with the increment in the electrical potential difference between collector emitters.

[Claim 3] In the power circuit which comes to have the output transistor by which base current is controlled so that output voltage serves as a predetermined value It is the current-limiting circuit which is constituted and becomes so that the base current of said output transistor may be detected and the output current of said output transistor may be restricted according to the detection result. Between the base of said output transistor, and a ground Series connection of the transistor for a base current drive and the resistor for current detection is carried out. It will be in switch-on by the predetermined voltage drop in said resistor for current detection. The transistor for a switch which intercepts the input of the base current of said transistor for a base current drive is prepared. Between the emitter of said output transistor, and a ground The series connection of the 1st and 2nd resistors for electrical-potential-difference detection is carried out. Between the collector of said output transistor, and a ground The partial pressure electrical potential difference series connection of the 3rd and 4th resistors for electrical-potential-difference detection is carried out, and according to said 1st and 2nd resistors for electrical-potential-difference detection, The conductance amplifier which outputs the current according to a difference with the partial pressure electrical potential difference by said 3rd and 4th resistors for electrical-potential-difference detection is formed. The output terminal of the conductance amplifier concerned The current-limiting circuit characterized by coming to connect at the node of said transistor for a base current drive, and said resistor for current detection.

[Claim 4] In the power circuit which comes to have the output transistor by which base current is controlled so that output voltage serves as a predetermined value It is the current-limiting circuit which is constituted and becomes so that the base current of said output transistor may be detected and the output current of said output transistor may be restricted according to the detection result. Between the base of said output transistor, and a ground The transistor for current detection by which the series connection of the transistor for a base current drive is carried out, and current mirror connection is made with said output transistor is prepared. Between the outgoing end of the transistor for current detection concerned, and a ground The resistor for current detection will be connected and it will be in switch-on by the predetermined voltage drop in said resistor for current detection. The transistor for a switch which intercepts the input of the base current of said transistor for a base current drive is prepared. Between the emitter of said output transistor, and a ground The series connection of the 1st and 2nd resistors for electrical-potential-difference detection is carried out. Between the collector of said output transistor, and a ground The partial pressure electrical potential difference series connection of the 3rd and 4th resistors for electrical-potential-difference detection is carried out, and according to said 1st and 2nd resistors for electrical-potential-difference detection, The conductance amplifier which outputs the current according to a difference with the partial pressure electrical potential difference by said 3rd and 4th resistors for electrical-potential-difference detection is formed. The output terminal of the conductance amplifier concerned The current-limiting circuit

characterized by coming to connect at the node of said transistor for current detection, and said resistor for current detection.